

y.
156

Stamboek no. 4693

BIBLIOTHEEK
Proefstation voor de Groenten- en
Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk

MEDEDELING 56
WITH A SUMMARY

invloed van kou en
gibberelline op rustbreking
en opbrengst bij
geforceerde rabarber

The effects of cold and gibberellic acid on the breaking of
dormancy and on yield of forced rhubarb

Dr. W. A. WIEBOSCH en J. E. KARSTEN

1 inleiding

Het areaal rabarber dat voor forceren is bestemd, is slechts klein, evenals het aantal bedrijven waar rabarber wordt geforceerd. Op grond van productiegegevens wordt het jaarlijkse areaal waarvan de pollen worden geforceerd, geschat op 30 ha. Daar overwegend twee- of driejarige pollen worden gebruikt, schatten wij het totale areaal dat bestemd is voor forceren, inclusief de kweekvelden, op 90 ha. De totale oppervlakte rabarber in Nederland bedraagt ongeveer 225 à 230 ha (gegevens PGV Alkmaar).

In Nederland wordt hoofdzakelijk de cultivar Goliath geforceerd (18). Daar kan echter pas in de tweede helft van december met succes mee worden begonnen. De pollen vertonen een periode van knoprust, die door kou-inwerking eerst moet worden opgeheven. Daardoor bestaat bij vroeger inzetten het risico van onvoldoende opbrengst en in het ergste geval zelfs van mislukken van de trek. Door toediening van gibberelline kan de vorming van stelen tijdens het forceren worden bevorderd. Dat opent de mogelijkheid om eerder met forceren te beginnen en/of een hogere opbrengst te verkrijgen. Beide mogelijkheden zijn onderzocht voor Goliath. Bij cv. Holsteiner Bloed is alleen de invloed op de opbrengst bij laat forceren nagegaan.

In deze publikatie worden de resultaten vermeld van het onderzoek dat door het PGV te Alkmaar hierover is verricht. Voor een goed begrip wordt tevens een overzicht gegeven van de aspecten die op deze materie betrekking hebben.

2 aspecten van het onderwerp

2.1 RUSTPERIODE EN KOUBEHOEFTE

Als het blad in de herfst afsterft, gaan de pollen in rust. Volgens de literatuur zijn er grote verschillen in de duur van de rustperiode tussen de cultivars die voor forceren worden gebruikt. Deze duur varieert van enkele weken tot enige maanden. Behalve van de cultivar is ze ook afhankelijk van de temperatuur en de duur van de inwerking daarvan.

De normale winterrust bestaat uit twee gedeelten. Het eerste deel van die rustperiode wordt praktisch geheel beheerst door de inwendige fysiologische toestand van de pollen en wordt daarom *autonome rust* (physiodormancy) genoemd (37). Het andere deel wordt van buitenaf opgelegd, omdat in die tijd de temperatuur te laag is voor de groei. Dit deel wordt dan ook *opgelegde rust* genoemd.

Onder de natuurlijke omstandigheden in het veld vermindert de autonome rust geleidelijk door de inwerking van betrekkelijk lage temperaturen. Naarmate die inwerking langer nodig is om die rust op te heffen, zeggen wij dat de cultivar een grotere koubehoefte heeft. Om de pollen met succes te kunnen forceren moet de autonome rust volledig zijn opgeheven. De hoeveelheid kou die daarvoor nodig is, wordt de optimale koubehoefte genoemd. Deze bepaalt vanaf welk tijdstip een cultivar kan worden geforceerd. Een cv. met een geringe koubehoefte kan reeds vroeg, één die veel kou nodig heeft kan pas laat in het seizoen worden geforceerd. Goliath heeft een grote koubehoefte en kan daarom pas na half december worden geforceerd.

2.2 VERLOOP VAN DE RUSTBREKING

Als het loof vrijwel geheel is afgestorven, verkeren van vele cultivars de pollen volledig in rust. Als ze dan aan een gunstige temperatuur voor de groei worden blootgesteld (forceren), lopen ze niet of praktisch niet uit. Volgens onze terminologie verkeren de pollen, zolang dat het geval is, in *absolute rust*. Om die absolute rust te verbreken is een geringere kou-inwerking nodig, dan voor de optimale koubehoefte van de cultivar wordt vereist.

Worden pollen geforceerd waarvan de absolute rust juist is verbroken, dan beginnen de knoppen (neuzen) te zwellen en vertonen er één of meer enige groei. Het kan zijn dat de eerste bladeren reeds in hun groei blijven steken, waardoor geen normaal produkt, laat staan enige opbrengst wordt verkregen. Soms bestaat de groei alleen uit enkele dunne stelen, die uit kleine zijknoppen ontstaan. Al is de absolute rust wel verbroken, de autonome rust blijkt dan nog niet te zijn opgeheven.

Sommige cultivars, waaronder cv. Timperley Early, vertonen geen absolute rust. Ook al hebben de pollen geen kou gehad, dan vormen ze bij forceren altijd wel enige stelen. Dergelijke pollen worden „semi-dormant” genoemd (9). Bij verdere toename van de kou-inwerking groeien bij het forceren meer stelen normaal uit. Met het aantal stelen neemt ook de kwaliteit van het produkt toe. De pollen bereiken hun maximale produktievermogen (potentiële produktiecapaciteit) als aan de optimale koubehoefte is voldaan (37). Door langere inwerking kan de opbrengst weer afnemen, voornamelijk als gevolg van een geringere strekking van de stelen. Het aantal gevormde stelen verandert slechts weinig (9, 34).

2.3 KOUESOM

LOUGHTON (24, 26, 27, 31, 33) heeft rond 1960 een eenvoudige methode uitgewerkt om de hoeveelheid kou vast te stellen, die de pollen hebben gehad. De methode berust op de berekening van de zogenaamde koudesom. Deze wordt bepaald door de grondtemperatuur op 10 cm diepte te meten. Het aantal graden dat de minimumtemperatuur lager is dan 10° C (50° F) wordt als kou-eenheden aangemerkt. De som van de dagelijks gemeten eenheden vormt de koudesom.

Met de bepaling daarvan wordt begonnen eind september of begin oktober als de bladeren afsterven. Een grondthermometer wordt op 10 cm diepte tussen de wortels van een rabarberpol geplaatst. Dagelijks wordt om ongeveer 9 uur de minimumtemperatuur afgelezen om het aantal kou-eenheden van die dag te bepalen. De optelling van deze dagelijkse eenheden geeft de koudesom aan, die de pollen tot een zeker tijdstip hebben gehad. Deze bepalingsmethode gaf de beste correlatie met de opbrengsten van diverse cultivars en met de geschiktheid van de pollen voor hun maximale produktiecapaciteit.

In verschillende publikaties van LOUGHTON, evenals in die van anderen (34, 35, 36, 37) zijn de kou-eenheden uitgedrukt in F°-eenheden. In de betreffende landen is dit nog de gebruikelijke temperatuurschaal. In Nederland en andere Europese landen wordt de temperatuur gemeten in graden Celsius. Wij geven er daarom de voorkeur aan de koudesommen in C°-eenheden uit te drukken. Dit dient duidelijk tot uiting te komen, daar anders verwarring ontstaat met de in de literatuur vermelde F°-eenheden. De dagelijkse kou-eenheden, bepaald volgens de methode Loughton, worden door TOMPKINS (34) de „cold degree-day units” genoemd. De koudesom noemt hij de cumulative cold degree-day units, waarvoor hij de afkorting CCDD gebruikt. Overigens wordt er in de literatuur alleen over kou-eenheden (cold units) gesproken en wordt die afkorting nog niet gebruikt. Die koudesommen zijn uiteraard in F°-eenheden uitgedrukt. Wanneer wij zonder meer over koudesommen zouden spreken, leidt dat onherroepelijk tot de gevreesde verwarring. Daarom stellen wij voor de afkorting CCDD in het vervolg uitsluitend te gebruiken voor koudesommen, die in C°-eenheden zijn uitgedrukt. Voor de sommen in F°-eenheden stellen wij de afkorting FCDD voor. Op deze wijze zijn beide grootheden gemakkelijk aan te geven en is verwarring uitgesloten.

De cultivars verschillen onderling aanzienlijk in hun optimale koudesom, die bij het natuurlijke temperatuurverloop in de herfst wordt vereist voor het maximale produktievermogen van de pollen. In tabel 1 is van enige cultivars de optimale koudesom opgegeven in CCDD en FCDD volgens gegevens die in de literatuur (5, 8, 26, 27, 31, 33, 34, 37) zijn aangetroffen. Er komen ook opgaven voor die belangrijk afwijken van de in tabel 1 vermelde koudesommen. Die verschillen zijn veroorzaakt door het tijdstip waarop

Tabel 1. Optimale koudesom van enige cultivars bij het natuurlijk temperatuursverloop in de herfst op 10 cm diepte in de grond.

Cultivar	CCDD	FCDD (litt.)
Timperley Early (Gilling's Early)	110 à 120	200 à 220
Prince Albert	170 à 180	300 à 325
Reeds Early Superb	± 195	± 350
Victoria	220 - 280	400 - 520
German Wine	250 - 300	450 - 500
Goliath	280 - 330	—
Variety	CCDD	FCDD (literature)

Table 1. Optimal cold units of some varieties at the natural course of the temperature in autumn at 10 cm depth in the soil, expressed in C°- and F°-units.

met de temperatuurwaarnemingen is begonnen, of doordat de pollen kunstmatig werden gekoeld bij constante temperaturen.

Bij de methode Loughton wordt met de registratie van kou-eenheden begonnen zodra de minimum temperatuur op 10 cm diepte lager is dan 10° C. Daarentegen begon TOMPKINS (34) pas met de registratie als alle bladeren waren afgestorven, al was de temperatuur voordien reeds beneden 10° C geweest. Volgens zijn opgave komt cv. Victoria met 170 CCDD (300 FCDD) al dicht bij de maximale productiecapaciteit en German Wine met 220 CCDD (400 FCDD).

2.4 WERKING VAN DE TEMPERATUUR

Door koeling van cv. Victoria bij constante temperaturen vond WIEBE (37), dat het werkzame traject in hoofdzaak ligt tussen —2° en 6,5° C. Beneden —2° was het effect vrijwel nihil. De intensiteit nam van 6,5 tot 8° C snel af en was bij 10° C praktisch nul. Per kou-eenheid was de werking het grootst bij 6,5° C (44° F) en het laagst bij —2° C (28° F). Met de daling van de temperatuur beneden 6,5° C nam de intensiteit van de werking rechtlijnig af. Daardoor was de optimale koudesom bij de laagste temperatuur aanzienlijk hoger dan 6,5° C, respectievelijk 530 tegenover 240 CCDD.

De potentieel maximale opbrengst werd verkregen door temperaturen tussen 2 en 4° C.

Zowel bij hogere als lagere temperatuur was de hoogste opbrengst aanzienlijk lager dan de potentiële productiecapaciteit van de pollen.

De optimale koudesom blijkt dus geen onveranderlijke grootte te zijn en de maximale opbrengst hangt af van de temperaturen waaraan de pollen worden blootgesteld. Beide grootheden hangen af van de wijze waarop de kou inwerkt. In tabel 2 zijn van drie in Engeland belangrijke cultivars de optimale koudesommen vermeld, die LOUGHTON (28) vond door kunstmatige koeling bij constant 1 of 5° C en de sommen die door hem en volgens andere gegevens van Stockbridge House EHS (2, 5, 6, 25, 33) werden gevonden bij het natuurlijke temperatuursverloop in de herfst. De optimale koudesom was bij elk van deze cultivars, gekoeld bij constant 1 of 5° C, ongeveer anderhalf maal zo hoog als die, welke nodig was met natuurlijke kou in de herfst.

Tabel 2. Optimale CCDD van enkele cultivars onder verschillende omstandigheden van kou-inwerking. *

Cultivar	Natuurlijke kou (herfst)	Gekoeld bij constant 1 of 5° C
Timperley Early	110	175 à 180
Prince Albert	170	260 à 290
Victoria	250	350 à 375
Variety	Natural cold (autumn)	Artificial cooling at constant 1 or 5° C

Table 2. Optimal cold units (CCDD) of some cultivars at different conditions of cold impact. *

*) Ontleend aan Loughton en Stockbridge House EHS (borrowed from Loughton and Stockbridge House EHS).

Uit de literatuur en uit eigen onderzoek is de indruk verkregen, dat de rustbrekende werking van een bepaalde temperatuur niet alleen afhangt van de werkingsintensiteit (37), maar ook van het tijdstip waarop de inwerking plaats heeft. Vooral bij erg koubehoefte cultivars lijken in het begin van de rustperiode lage temperaturen be-
slist minder werkzaam te zijn, dan wanneer ze in een later stadium inwerken.

Bij de natuurlijke kou-inwerking in de herfst heeft als regel een geleidelijke daling van de temperatuur plaats. Aanvankelijk neemt de koudesom slechts langzaam toe (zie

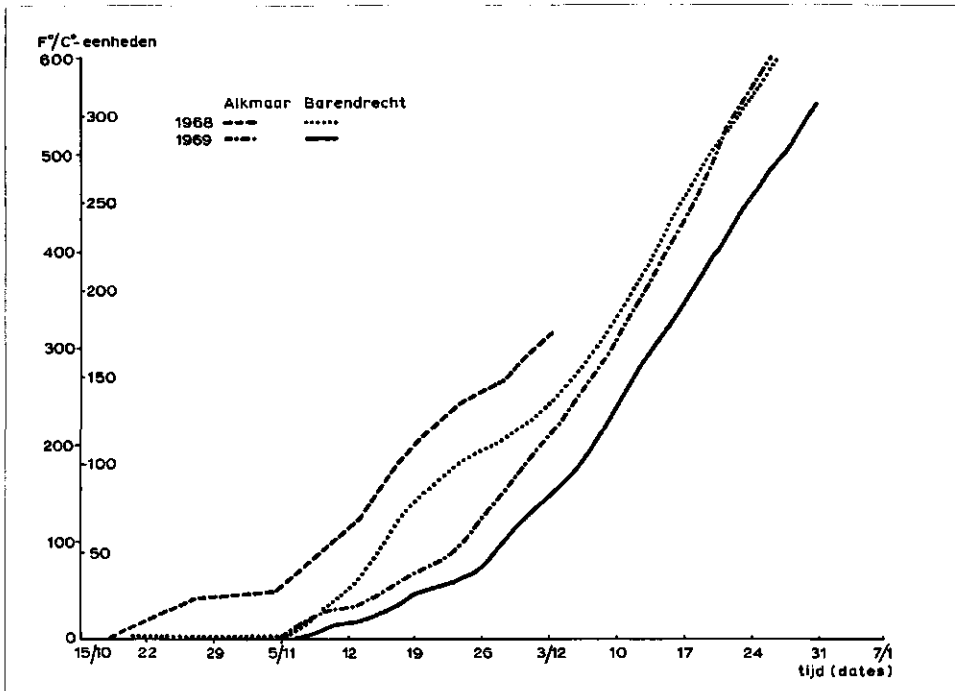


Fig. 1. Verloop van de natuurlijke koudesom (CCDD) te Alkmaar en Barendrecht in 1968 en 1969, bepaald volgens de methode Loughton.

Fig. 1. Course of the natural cumulative cold units (CCDD) at Alkmaar and Barendrecht in 1968 and 1969, determined according to Loughton's method.

fig. 1). Vanaf de tweede helft van november gaat de toename meestal sneller, vooral als zich vorst voordoet. De factor tijd speelt dus een rol bij dit verloop. Temperaturen rond 2-4° C zullen in een later stadium van de rustperiode ongetwijfeld optimaal zijn voor het opheffen van de rust, waardoor de betreffende cultivar het maximale produktievermogen bereikt bij de optimale koudesom.

Bij het bepalen van de koudesom zou eventueel rekening moeten worden gehouden met temperaturen beneden -2° C. Deze zijn niet werkzaam, maar doen daarentegen

wortels in aanraking komen. De vloeistof die in grond terecht komt, gaat grotendeels verloren. De pollen hebben in de eerste dagen van de trek nog geen actieve „haarwortels” om het middel uit de grond op te nemen. Bovendien verliest GA₃ snel zijn werking als het met grond in aanraking komt (7).

TOMPKINS (34, 35) maakte in zijn proeven de pollen geheel schoon, maar bespoot alleen de neuzen en het omringende wortelweefsel. De belangrijke invloed van het schoonmaken van de wortels op de werkzaamheid van een bepaalde hoeveelheid middel bleek uit een proef van LABAN (22). Verschillende hoeveelheden GA₃ werden in die proef toegediend aan schoongemaakte of niet-schoongemaakte pollen. Daarvan gaf 12,5 mg per pol, toegediend in 250 ml water aan schoongemaakte pollen reeds de maximale opbrengst. Daarvoor was bij de niet-schoongemaakte op z'n minst 50 mg nodig, toegediend in 500 ml per pol.

De hoeveelheid vloeistof waarin een bepaalde hoeveelheid middel wordt verspoten, beïnvloedt de werkzaamheid daarvan. Het hangt af van de conditie van de pollen, namelijk of er veel of weinig grond aan zit, welke hoeveelheid vloeistof het gunstigst is. Bij niet-schoongemaakte pollen van Timperley Early (9) gaf een grote hoeveelheid vloeistof (250-500 ml per pol) een veel beter resultaat dan een kleinere (25-100 ml). In veel vloeistof gaf 25 mg GA₃ per pol reeds praktisch de maximale opbrengst. Met de kleinere hoeveelheid was daar 50-100 mg GA₃ voor nodig en gaf 25 mg een aanmerkelijk lagere opbrengst, maar toch hoger dan van de onbehandelde pollen (9).

Bij de schoongemaakte pollen in de proeven van TOMPKINS (34) maakte het weinig uit of het toedienen gebeurde door gieten of sproeien. Met gieten werd 100-150 ml oplossing per pol gebruikt en bij sproeien 50-75 ml. Daar hij uitging van bepaalde concentraties, acht hij sproeien de aangewezen manier. Met sproeien zijn kleinere hoeveelheden GA₃ nodig dan bij begieten van de pollen.

Door Stockbridge House (7, 9) is gewerkt met hoeveelheden van 10, 25, 50 of 100 mg GA₃ per pol. Mits op de juiste wijze toegediend, gaf 10-25 mg al meer dan de helft van het effect op de opbrengst dat met 50-100 mg werd verkregen. In de proeven van TOMPKINS gaf bij een lage tot zeer lage koudesom 25 mg per pol eveneens een dergelijk effect. Bij hogere koudesommen was dat bij lagere hoeveelheden al het geval.

Samengevat wijzen de gegevens er op dat de hoeveelheid GA₃ die nodig is om een maximale opbrengst te verkrijgen, zeer verschillend kan zijn. Betrekkelijk kleine hoeveelheden (10-25 mg per pol) kunnen reeds behoorlijke opbrengsten of opbrengstverhogingen geven. Bij het toedienen moet de vloeistof goed met de wortels in aanraking kunnen komen en liefst over een zo groot mogelijk oppervlak daarvan. Bij niet-schoongemaakte pollen moet dat worden bereikt door ze met een groot vloeistof-volume te drenken. Bij schoongemaakte pollen kan uiteraard met een aanmerkelijk kleinere hoeveelheid vloeistof per pol worden volstaan.

2.7 WERKING VAN GA₃ BIJ DE RUSTBREKING

TOMPKINS (34) veronderstelt dat de rustperiode bij rabarber indientiek is aan die bij de aardappel. Bij verschillende plantesoorten wordt in de reserve-organen tijdens de rust gibberelline gevormd, zoals o.a. bij aardappel is aangetoond (32). Bij rabarber-pollen gebeurt dat onder invloed van lage temperaturen. Het toedienen van GA₃ betekent dat het niveau daarvan in de plant wordt verhoogd tot wat nodig is om groei te induceren (34).

De werking van GA₃ bij in rust zijnde organen ligt ergens in de keten van enzymatische processen die leiden tot het oplosbaar maken van reservevoedsel (zetmeel). In proeven met haverzaden (29, 30) is aangetoond dat GA₃ de synthese van maltase kan induceren. Dit enzym is in combinatie met andere enzymen nodig om het zetmeel uit de zetmeelkorrels om te zetten in enkelvoudige suikers. Het toedienen van gibberelline zou dus een snellere mobilisatie van reservevoedsel veroorzaken bij temperaturen die gunstig zijn voor de groei.

2.8 WIJZE VAN BEINVLOEDING VAN DE OPBRENGST

Al naar de diepte van de rust duurt het 5-14 dagen na het toedienen, voordat het effect van GA₃ zichtbaar wordt. De opbrengstverhoging bestaat uit een vergroting van het aantal stelen en/of een verbetering van de kwaliteit van de gevormde stelen (7, 34). Welk van deze effecten domineert, hangt af van de cultivar en van de koudesom die de pollen hebben gehad. GA₃ heeft dus dezelfde werking op de opbrengst als toenemende hoeveel-

heid kou. De duur vanaf inzetten tot het begin van de oogst is korter. De opbrengstverhoging speelt zich vooral af in de eerste helft van de forceerperiode. De opbrengstverbetering gaat dus samen met een vroegere produktie en een kortere duur van de trek (34, 35).

Bij vroege cv's zoals Gilling's Early en Timperley Early neemt vooral het percentage eerste soort stelen toe en slechts in geringe mate het aantal stelen (7, 9). Als bij latere cv's zoals German Wine en Victoria de koudesom nog veel te laag is, bestaat de opbrengstverbetering vooral uit een groter aantal stelen, maar ook uit een betere kwaliteit. Naarmate het verschil met de optimale koudesom kleiner wordt, is het verschil in aantal stelen geringer. De eventuele opbrengstverbetering bestaat dan nog voornamelijk uit verbetering van de kwaliteit. Deze wordt verkregen door een betere strekking van de stelen en in veel mindere mate door de produktie van dikkere stelen (9, 34).

2.9 KLEUR VAN HET PRODUKT

Een belangrijke norm voor de kwaliteit van het geforceerde produkt is de rode kleur van de stelen. Ze zijn in het begin van de oogstperiode het sterkst rood gekleurd. Later wordt de kleur bleker, vooral van het bovenste deel van de stelen. De mate waarin die verbleking zich voordoet, hangt af van de gevoeligheid van de cultivar daarvoor, van de forceertemperatuur en van de hoeveelheid gibberelline. Bij te hoge forceertemperatuur en met te veel GA₃ kan de verbleking tegen het einde van de trek zo erg zijn, dat de stelen bijna geen rode kleur meer hebben (35).

In Engeland worden daarom vroege cv's hoofdzakelijk bij 10 à 11° C geforceerd. Hoogstens wordt het forceren begonnen bij 14° C, maar na 2 weken laat men de temperatuur zakken tot 10 à 11° C (7, 9, 15). TOMPKINS (35) vond bij latere cultivars, dat bij ± 13° C de mate van verbleking door het toedienen van GA₃ veel minder was dan bij 18° C. Bij de lagere temperatuur verschilde de kleur weinig met die van de stelen van onbehandelde pollen. Als veel GA₃ was toegediend (100 mg of meer per pol), dan trad eveneens sterkere verbleking op.

De roodkleuring berust op anthocyaanvorming. Een tekort aan suikers heeft een geringere anthocyaanvorming tot gevolg. De zeer snelle groei in het begin van de trek bij

18° C veroorzaakt een te snelle uitputting van reservevoedsel, waardoor een tekort aan suikers ontstaat. Wordt vanaf 14 dagen na het inzetten tweemaal per week 800 ml per pol van een 1,2 %-ige suikeroplossing (saccharose) toegediend, dan blijft de kleur in de tweede helft van de oogstperiode beter (35). Dat was zowel bij 13° C als bij 18° C het geval. Bij laatstgenoemde temperatuur gaven pollen die rijkelijk kou hadden gehad en waaraan saccharose was toegediend een hogere opbrengst met GA₃ (zie hfdst. 2.5, blz. 10).

Het drogestofgehalte van de stelen ligt globaal tussen 5,5 en 7,5 %, wat afhankelijk is van cultivar en oogsttijdstip (1).

3 proefnemingen

Bij het begin van ons onderzoek bood de literatuur al tamelijk wat informatie over de invloed van gibberelline op opbrengst en kwaliteit van geforceerde rabarber. De beschikbare gegevens waren echter niet van dien aard, dat daarop een praktische toepassing bij de zeer koubehoeftige cv. Goliath kon worden gebaseerd.

Daar gibberelline vrij duur is, was meer informatie nodig over de aspecten van dit middel bij het forceren onder Nederlandse omstandigheden. Wegens de gunstige resultaten die LABAN (12, 22) reeds met Goliath had verkregen, zijn de hierna te bespreken proeven uitgevoerd. Daarin kon tevens worden nagegaan in welke mate versroeping van het forceren mogelijk is met behulp van gibberelline.

3.1 ALGEMEEN OVERZICHT

Aansluitend op het oriënterend onderzoek van ICI Holland (16, 22) is begonnen met het vaststellen van het verband tussen het tijdstip van opzetten in de herfst (koudesom) en het effect van verschillende hoeveelheden GA_3 op de opbrengst van Goliath. In 1968 en 1969 zijn twee proeven van vrijwel dezelfde opzet uitgevoerd met 2-4 jarige pollen, die natuurlijke kou hadden gehad, of die kunstmatig waren gekoeld bij 2-5° C. De pollen zijn ingezet op 30 oktober en 13 en 27 november 1968, op 29 oktober en 12 en 26 november 1969 in de microplot-forceerinstallatie van het Proefstation. Per inzet zijn 4 hoeveelheden GA_3 vergeleken, variërend van 0-50 mg verspoten in 200 ml oplossing per pol.

De temperatuur is in 1968 gedurende de gehele forceerperiode op 17° C gehouden. In 1969 is bij alle inzetten de trek begonnen bij 17° C en na de eerste oogst verlaagd tot 14° C, wegens het te snelle verbleken van de stelen bij de hogere temperatuur.

Vanaf 21 januari 1970 zijn één- en driejarige pollen van Goliath, die reeds veel natuurlijke kou hadden ontvangen en pollen zonder kou geforceerd bij constant 14° C of

eerst bij 17° C en na de eerste oogst verder bij 14° C. De invloed van verschillende hoeveelheden GA₃ op de opbrengst en de kwaliteit zijn onderzocht.

In 1969 zijn vanaf 21 januari tweejarige pollen van de cv. Holsteiner Bloed geforceerd bij bovengenoemde temperatuursvariaties. In deze proef is de invloed van het toedienen van GA₃ en van suiker (saccharose) nagegaan op de opbrengst en de kwaliteit, in het bijzonder de kleur van de stelen.

3.2 METHODE EN MATERIALEN

3.2.1 Pollen en koeling

Voor de proeven met het vroeg forceren van Goliath zijn de objecten in 1968 samengesteld uit 2- en 4-jarige pollen. In 1969 zijn uitsluitend 3-jarige pollen gebruikt. Ze zijn alle betrokken van een rabarberteler in de omgeving van Barendrecht. De pollen die kunstmatig werden gekoeld, zijn enkele weken voor de eerste inzetdatum gerooid en daarna gekoeld bewaard bij het Proefstation. De pollen die natuurlijke kou kregen, zijn enige dagen voor de eerste inzetdatum gerooid en hebben daarna zolang dat nodig was, te Alkmaar op het veld gelegen. De koudesommen die deze pollen hebben gehad tot de verschillende inzetdata, zijn bepaald volgens de methode LOUGHTON en uitgedrukt in C-eenheden (CCDD). Bij de kunstmatig gekoelde pollen is die som bepaald door dagelijks de temperatuur van de koelruimte 's morgens een keer af te lezen.

De pollen van de proeven waarin vanaf 21 januari werd geforceerd, hebben uitsluitend natuurlijke kou gehad. Deze waren betrokken van rabarbertelers in Noord-Holland. De pollen die in de proef van 1970 geen kou hebben gehad, zijn tot het tijdstip van inzetten bewaard in een kas bij 16 à 18° C. De eenjarige pollen in deze proef waren afkomstig van de proeftuin te Alkmaar.

3.2.2 Inzetten en verwarming

Wegens de gunstige ervaring met het schoonmaken (22), zijn in al onze proeven de pollen buiten met een krachtige waterstraal schoongespoten, direct voor het inzetten. De neuzen (knoppen) waren daardoor geheel en de wortels grotendeels vrij van grond.

potgrond om een goede beworteling te verkrijgen. Het geheel van pollen en grond is toen zodanig bevochtigd, dat de grindlaag geheel met water was gevuld.

Driemaal per week zijn de volgroeide stelen geoogst en gesorteerd in drie klassen, namelijk in 1e soort, 2e soort en stek. De normen voor 1e- en 2e soort zijn niet in alle proeven gelijk geweest. Bij Goliath gold in 1968 voor 1e soort een minimum lengte van 40 cm en op het midden van de steel de grootste diameter minstens 2 cm. In de andere proeven met Goliath is een minimum lengte van 30 cm aangehouden en bij Holsteiner Bloed (januari 1969) van 35 cm.

De 1e soort stelen moesten een goede rode kleur hebben. Was dat niet het geval, dan werden ze als 2e soort aangemerkt. De 2e soort stelen hadden steeds een minimum lengte van 30 cm met de grootste diameter van minstens 1 cm op het midden van de steel. Na elke oogst werden door schimmel aangetaste delen verwijderd om verdere besmetting te voorkomen en werd het gewas licht gebroesd.

3.3 VROEG FORCEREN VAN CV. GOLIATH

3.3.1 Waarnemingen tijdens het forceren

De resultaten van de proeven in 1968 en 1969 stemmen nauw met elkaar overeen. Bij de vroegste inzet (eind oktober) liepen de knoppen van de pollen met natuurlijke kou (ongekoelde) vlotter uit dan de gekoelde. Het aantal uitgelopen knoppen was bij de ongekoelde objecten groter als gevolg van het niet geheel in rust zijn van de kleinere zijknoppen. Het is in de praktijk bekend dat de grote neuzen een diepere rust vertonen dan de kleinere zijknoppen.

De volgende inzetten gaven een ander beeld te zien. Daarvan liepen de gekoelde pollen vlotter uit dan de ongekoelde. Dat verschil was bij de inzet van eind november groter dan bij die van half november. Een vlotte ontwikkeling van de eerste stelen ging steeds gepaard met een rijkelijke vorming van haarwortels.

Het toedienen van de verschillende hoeveelheden GA_3 heeft zodanige verschillen in ontwikkeling van de objecten teweeggebracht, dat deze duidelijk van elkaar waren te onderscheiden. De opbrengst nam over het algemeen duidelijk toe met stijgende hoeveelheid GA_3 . Zie figuur 3.

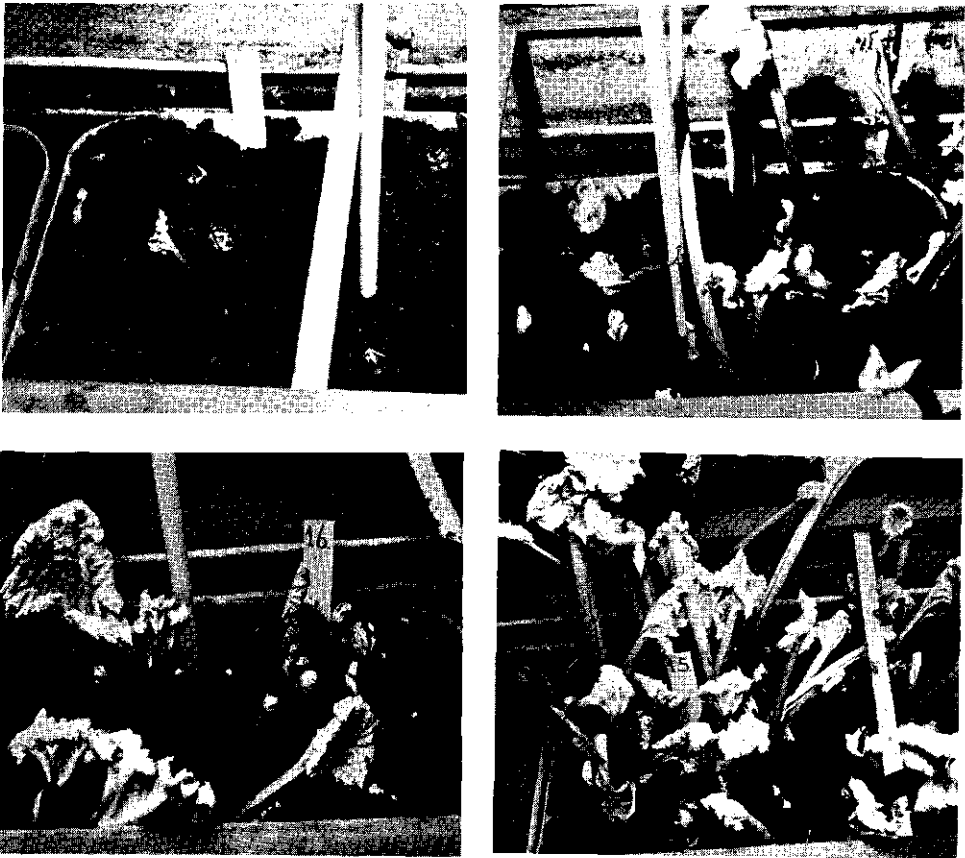


Fig. 3. Pollen van cv. Goliath met verschillende koudesom, ingezet op 13-11-1968, al of niet behandeld met gibberelline. Foto 13-12-1968. Boven: 58 CCDD (natuurlijke kou); onder: 236 CCDD (kunstmatig gekoeld). Links: geen gibberelline; rechts: 20 mg GA_3 per pol (voor opbrengsten, zie tabel 3).

Fig. 3. Crowns of cv. Goliath with differing quantities of cold units, housed at 13 Nov. 1968, with or without gibberellic acid. Photographed 13 Dec. 1968. Above: 58 CCDD (natural cold); below: 236 CCDD (artificially cooled). Left: no gibberellic acid; right: 20 mg GA_3 per crown. (for yields, see table 3).

proefnemingen

dere kwaliteit) dan de zwaardere hoofdknoppen. Daardoor waren de percentages 1e soort in de proef van 1969/70 overwegend veel lager.

Tabel 6. Percentage 1e soort stelen van het totaalgewicht.

Inzetdata	Koeling	CCDD	0	Mg GA ₃ per pol			
				10	20	35	50
Proefneming 1968/69, forceertemperatuur 17° C. (<i>Experiment 1968/69, forcing temperature 17° C.</i>)							
30/10	—	25	—	35	25	25	57
13/11	—	58	0	6	17	36	—
30/10	+	128	—	71	52	44	44
27/11	—	144	0	50	67	61	—
13/11	+	236	38	58	60	58	—
27/11	+	333	47	61	58	59	—
Proefneming 1969/70, forceertemperatuur 17° C, na 1e oogst 14° C. (<i>Experiment 1969/70, forcing temperature 17° C, after 1st pick 14° C.</i>)							
29/10	—	0	0	—	35	27	36
12/11	—	19	0	—	52	38	43
29/10	+	64	0	—	43	32	33
26/11	—	75	0	10	13	17	—
12/11	+	161	0	—	13	26	41
26/11	+	239	16	23	35	20	—
Date of housing	Artificial-ly cooled	CCDD	0	10	20	35	50
				Mg GA ₃ per crown			

Table 6. Percentage 1st grading sticks of the total weight

Het resultaat met de objecten zonder GA₃ (vierde kolom van tabel 6) stemt overeen met de praktijkervaring dat vroeg forceren van Goliath niet alleen lage opbrengsten geeft, maar ook een laag percentage 1e soort stelen.

In de proef van 1968/69 is er een positief verband tussen het produktieniveau en het percentage 1e soort (zie ook tabel 7). Dit geldt echter voornamelijk als het forse opbrengstverhogingen betreft. Voor de kleinere opbrengsttoenamen ontbreekt het ver-

band tussen de hoeveelheid GA₃ en de kwaliteit, evenals in de proef van 1969/70. Alleen bij de gekoelde inzetten van 12/11 en 26/11 in 1969 was er een duidelijk verband tussen de hoeveelheid GA₃, de opbrengst en het percentage 1e soort stelen (vergelijk tabellen 3 en 6). Voor de afwijkingen van het verband is aan de hand van de beschikbare gegevens geen verklaring te geven. Mogelijk is een der oorzaken de tamelijk hoge norm die in deze proeven voor de 1e soort stelen is aangehouden. Tabel 7 geeft voor de proeven als geheel het gemiddelde gewichtspercentage aan 1e soort stelen van alle objecten met minder dan 2 kg en die meer dan 2 kg per pol opbrachten.

Tabel 7. Gewichtspercentages 1e soort stelen bij verschillende opbrengstniveaus.

Seizoen	Totaalopbrengst per pol	
	< 2 kg	≥ 2 kg
1968/69	34,2	58,8
1969/70	27,7	27,5
Season	< 2 kg	≥ 2 kg
	Total yield per crown	

Table 7. Percentage 1st grading sticks of the total yield at different levels of production.

3.3.5 Gemiddeld steelgewicht

Per object is het gemiddeld steelgewicht van het veilbare produkt bepaald. Het resultaat van beide proeven is weergegeven in tabel 8. In de proef van 1968/69 kwamen veel grotere verschillen in steelgewicht voor dan in 1969/70. Uit de eerste proef blijkt duidelijk, dat het gemiddeld steelgewicht lager tot aanzienlijk lager was als de pollen weinig kou hadden gehad (< 128 CCDD), ook als er GA₃ was toegediend, dan bij grotere hoeveelheden kou. In de proef van 1969/70 kwam dit verschil niet voor. Wel bevestigen de resultaten het positieve verband tussen de totaalopbrengst en het gemiddeld steelgewicht. De lagere opbrengsten gingen ook nu duidelijk samen met een lager steelgewicht. Verhoging van de opbrengst door kou of GA₃, of door beide, ging meestal samen met een hoger gemiddeld steelgewicht.

proefnemingen

Tabel 10. Aantal dagen vanaf het inzetten, waarbinnen 75 % van de totale opbrengst werd verkregen.

Inzetdata	Koeling	CCDD	0	Mg GA ₃ per pol			
				10	20	35	50
Proefneming 1968/69, forceertemperatuur 17° C. (<i>Experiment 1968/69, forcing temperature 17° C.</i>)							
30/10	—	25	—	50	51	54	59
13/11	—	58	—	50	57	51	—
30/10	+	128	—	42	53	59	57
27/11	—	144	51	51	51	44	—
13/11	+	236	54	50	48	49	—
27/11	+	333	48	44	41	44	—
Proefneming 1969/70, forceertemperatuur 17° C, na 1e oogst 14° C. (<i>Experiment 1969/70, forcing temperature 17° C, after 1st pick 14° C.</i>)							
29/10	—	0	—	—	45	51	49
12/11	—	19	—	—	50	53	51
29/10	+	64	—	—	51	51	54
26/11	—	75	—	59	57	56	—
12/11	+	161	56	—	51	50	50
26/11	+	239	49	48	49	43	—
Date of housing	Artificially cooled	CCDD	0	10	20	35	50
				Mg GA ₃ per crown			

Table 10. Number of days from housing, in which 75 % of the total yield was obtained.

Bij overeenkomstige inzetten en koudesommen verschillen de resultaten in grote lijnen weinig van elkaar. Met weinig kou varieerde deze duur van 50 - 59 dagen. Bij de pollen die 236 - 239 CCDD hadden gehad, werd deze periode korter. De hoeveelheid GA₃ had daar weinig invloed op. Wel trad in de proef van 1968/69 onder invloed van GA₃ een belangrijke daling op bij 333 CCDD. Deze daling is in proef 1969/70 vrijwel niet voorgekomen, omdat de maximale hoeveelheid kou toen slechts 239 CCDD bedroeg. Ook ten aanzien van de vroegheid van produktie is er een verband tussen totaalopbrengst en duur van de trek. Op enkele uitzonderingen na was de duur korter als de opbrengst hoger lag. Tabel 11 geeft het verschil in gemiddelde duur weer tot 75 % van de opbrengst was bereikt van alle objecten.

Tabel 11. Gemiddeld aantal dagen vanaf inzetten tot 75 % van de totale opbrengst bij verschillende produktieniveaus.

Jaar	Opbrengstniveau	
	< 2 kg/pol	≥ 2 kg/pol
1968/69	52,2	47,8
1969/70	52,5	48,6
Year	Level of total yield	
	< 2 kg/crown	≥ 2 kg/crown

Table 11. Mean number of days from housing till 75 % of production at different levels of total yield.

3.4 LAAT FORCEREN VAN CV. GOLIATH

3.4.1 Waarnemingen tijdens het forceren

Voor deze proef zijn één- en driejarige pollen gebruikt, die meer dan 400 CCDD hadden gehad, naast eenjarige pollen die helemaal geen kou hadden ontvangen. De driejarige hadden tamelijk veel, matig grote knoppen, die bij het inzetten al enige werking vertoonden. Ze waren dieprood gekleurd, evenals de eerste stelen die gevormd werden. De knoppen van de eenjarige waren forser, lichter van kleur en nog volkomen in rust. De behandeling van de pollen had plaats als aangegeven in hfst. 3.2 (blz. 17). Er is ingezet op 21 januari en direct begonnen met het verwarmen tot 14° of 17° C. De hoeveelheid GA₃ die in de serie bij constant 14° C werd toegediend, varieerde van 0 - 15 en in de series die bij 17° C begonnen, van 10 - 50 mg per pol.

De driejarige pollen met veel kou en de grootste hoeveelheid GA₃ liepen bij 17° C zeer snel uit. Na 12 dagen waren er duidelijke verschillen te zien in de mate van groei tengevolge van de diverse hoeveelheden GA₃. Daarentegen vertoonden de eenjarige pollen zonder kou nog weinig of geen activiteit. Bij 14° C verliep de groei iets langzamer. Er was enig verschil in de mate van groei, dat parallel liep met de hoeveelheid GA₃. Het onbehandelde object bleef aanvankelijk duidelijk achter.

Van de meeste objecten kon na drie weken voor het eerst worden geoogst. De temperatuur van de series bij 17° C is toen verlaagd tot 14° C. De proef duurde in totaal 9 weken.

proefnemingen

Als de absolute rust juist is verbroken, kan een geringere hoeveelheid (20 mg per pol) reeds een goede opbrengst geven, maar er kan ook nog 35 - 50 mg voor nodig zijn. De benodigde hoeveelheid wordt in dat stadium vermoedelijk in belangrijke mate bepaald door de wijze waarop de koudesom tot stand is gekomen (veel of weinig kou-eenheden per dag). Voor deze periode van de rustbreking zijn nog geen scherp omlijnde gegevens beschikbaar.

Bij omstreeks 235 CCDD is 20 mg GA₃ in elk geval voldoende om de maximale produktiecapaciteit te verkrijgen en bij 300 CCDD is daarvoor slechts 10 mg nodig. Vermoedelijk kan bij de optimale koudesom zelfs met 5 mg per pol worden volstaan. Het toedienen van GA₃ moet in dit stadium worden beschouwd als een verzekeringspremie voor de hoogst mogelijke opbrengst onder goede forceeromstandigheden.

Globaal kan als norm worden aangehouden dat vanaf 200 CCDD de benodigde hoeveelheid GA₃ afneemt met 5 mg per 50 kou-eenheden. Bij sterk overschrijden van de optimale koudesom kan de opbrengstvermindering die daar het gevolg van is, worden tegengegaan door 5 - 10 mg GA₃ per pol.

Bij praktische toepassing dient er rekening mee te worden gehouden, dat deze gegevens gelden voor pollen, die grotendeels van grond zijn ontdaan en voor de wijze van toedienen als beschreven in hfst. 3.2.3. De mogelijkheid tot opname van GA₃ door de wortels speelt een grote rol bij het effect, dat een bepaalde hoeveelheid GA₃ heeft op de opbrengst.

De bepaling van de natuurlijke koudesom volgens de methode van LOUGHTON is vooral bedoeld om het tijdstip vast te stellen waarop de pollen optimaal geschikt zijn voor forceren. Bij cultivars met een grote koubehoefte, zoals Goliath, bestaat het grootste deel van de optimale koudesom uit eenheden, die afkomstig zijn van werkzame tot zeer werkzame temperaturen. Het aandeel dat weinig werkzame eenheden (in het begin van de waarnemingsperiode) in het totaal van die som hebben, is van ondergeschikte betekenis.

Door het toedienen van gibberelline kunnen de pollen reeds met succes worden geforceerd als ze ruim de helft van hun optimale koudesom hebben gehad. Het aantal weinig werkzame eenheden weegt dan veel zwaarder ten nadele van het rustbrekende effect van die som. Met dat aandeel moet bij vroeg forceren van Goliath terdege rekening worden gehouden.

3.6 GIBBERELLINE- EN SUIKERTOEDIENING BIJ LAAT FORCEREN VAN CV. HOLSTEINER BLOED

Het snel afnemen van de lichtrode kleur van de stelen van Goliath die bij 17° C wordt geforceerd, was aanleiding om bij verschillende forceertemperaturen de invloed na te gaan van GA₃ en suiker op de verbleking. De proef is genomen met 2-jarige pollen van de cv. Holsteiner Bloed, waarvan de stelen veel meer rood gekleurd zijn dan van Goliath. De proef is ingezet op 21 januari 1969.

Er is geforceerd bij constant 14 of 17° C, alsmede vanaf het inzetten bij 17° C en direct na de eerste oogst of 2 weken later de temperatuur verlaagd tot 14° C. Bij elk van deze variaties is twee dagen na het inzetten 0 of 10 mg GA₃ per pol toegediend op dezelfde wijze als in vorige proeven. Vanaf de eerste oogst zijn met tussenpozen van een week de pollen vijf maal begoten met 400 ml van een 2,5 % saccharose (sucrose) oplossing per pol.

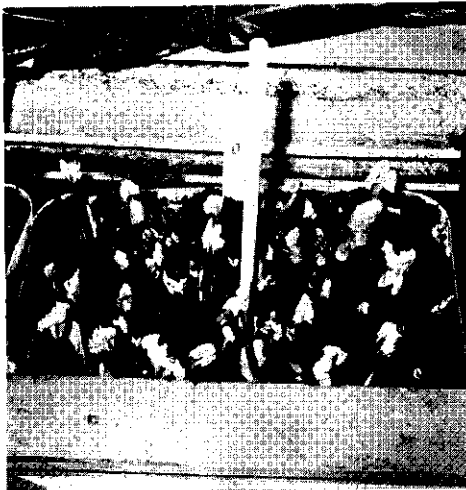


Fig. 9. Pollen van Holsteiner Bloed ingezet op 21-1-1969 en geforceerd bij 14° C. Foto 3-2-1969. Links: onbehandeld; rechts: 10 mg GA₃ per pol.

Fig. 9. Crowns of Holsteiner Bloed housed at 21 Jan. 1969 and forced at 14° C. Photographed 3 Febr. 1969. Left: no gibberellic acid; right: 10 mg GA₃ per crown.

De duur van de trek bij constant 14° C totdat 75 % van de totaalopbrengst was geoogst, bedroeg 38 - 41 dagen. Bij de andere temperaturen bedroeg dit zonder GA₃ (of als alleen suiker was toegediend) 34 - 38 dagen en met GA₃ 32 - 35 dagen.

3.6.2 Kwaliteit van de stelen

Van de cv. Holsteiner Bloed kon door de gestelde norm voor 1e soort stelen (langer dan 35 cm en aan de onderste helft dikker dan 2 cm) slechts weinig 1e soort worden geoogst. Van de meeste objecten lag dat percentage slechts tussen 0 en 10, hetgeen werd veroorzaakt door het kleinere aantal grote knoppen per pol en de geringere steellengte van Holsteiner Bloed. Een beoordeling van het effect van GA₃ en suikertoeiening op de produktie aan 1e soort stelen is daardoor weinig zinvol. Alleen kan worden geconstateerd, dat over het geheel genomen GA₃ tot hogere percentages 1e soort leidde. De invloed op de kwaliteit kwam beter tot uiting in het percentage veilbaar produkt (1e + 2e soort), dat vermeld is in tabel 17. Ook hierbij heeft GA₃ het gunstigste effect gehad bij constant 14° C en het geringste bij de objecten met een begintemperatuur van 17° C.

Tabel 17. Percentage veilbaar produkt (1e + 2e soort).

Behandeling		Forceertemperaturen				Gemidd.
GA ₃	suiker	constant 14° C	constant 17° C	17°/14° C vanaf 1e oogst	17°/14° C 2 weken na 1e oogst	
—	—	43	69	75	74	65,2
—	+	68	81	78	84	77,7
+	—	86	79	80	83	82,0
+	+	72	83	77	79	77,7
gemiddelde (average)		67,2	78,0	77,5	80,0	
GA ₃	sucrose	constant 14° C	constant 17° C	17°/14° C from 1st pick	17°/14° C 2 weeks after 1st pick	Average
Treatment		Forcing temperatures				

Table 17. Percentage of marketable yield (1st + 2nd grading).

Het effect van de suikertoediening op het percentage veilbaar produkt was bij alle variaties met 17° C vrijwel gelijk aan dat van GA₃. Alleen bij constant 14° C was GA₃ meer werkzaam dan suiker. De combinatie met GA₃ maakt de indruk eerder ongunstig te zijn voor de kwaliteit. Dit komt ook tot uiting in tabel 18, die de steellengte van de 2e soort stelen weergeeft. Deze waarneming is verricht toen reeds meer dan de helft van de totale gewichtsopbrengst was geoogst.

Tabel 18. Lengte van 2e soort stelen in cm op 25/2 '69.

Behandeling		Forceertemperaturen				Gemidd.
GA ₃	suiker	constant 14° C	constant 17° C	17°/14° C vanaf 1e oogst	17°/14° C 2 weken na 1e oogst	
—	—	21,8	28,5	25,3	23,3	24,7
—	+	22,4	25,3	25,5	24,7	24,5
+	—	29,7	30,0	29,5	29,3	29,6
+	+	26,7	30,2	26,5	27,5	27,7
gemiddeld (average)		25,1	28,5	26,7	26,2	
GA ₃	sucrose	constant 14° C	constant 17° C	17°/14° C from 1st pick	17°/14° C 2 weeks after 1st pick	Average
Treatment		Forcing temperatures				

Table 18. Length of the petioles of 2nd grading in cm on 25-2-'69.

Uit tabel 18 blijkt verder, dat de constant hoge forceertemperatuur de strekking het sterkst heeft bevorderd. Dit effect werd nog min of meer versterkt door GA₃, terwijl alleen suikertoediening er praktisch geen invloed op had. Bij constant 14° C gaf GA₃ dezelfde steellengte als bij de objecten met (tijdelijk) hogere temperatuur.

3.6.3 Kleur van de stelen

De suikerbehandeling heeft geen ingrijpende invloed gehad op de kleur van de stelen. Bij deze cultivar, die van nature vrij dieprode stelen produceert, deed zich ook het verschijnsel van het lichter worden voor. Dat was in sterkere mate het geval bij de

proefnemingen

hogere produkties en/of bij het domineren van de hogere forceertemperatuur. Echt bleke stelen zijn niet voorgekomen.

Er hebben zich geen opvallende verschillen in kleur voorgedaan. Wel was er de tendens aanwezig, dat bij vergelijkbare opbrengsten de stelen van de objecten zonder suiker iets bleker waren dan van die met suiker. Wij hebben de overtuiging dat ook bij sterkere verbleking de suikertoediening geen gunstiger effect heeft dan het geringe verschil in kleur dat zich in deze proef heeft voorgedaan.

4 samenvatting

In Nederland wordt vrijwel uitsluitend de late cultivar Goliath geforceerd. De pollen van deze cultivar hebben veel kou nodig, voordat ze met succes kunnen worden geforceerd.

Elke cultivar heeft zijn specifieke optimale koubehoefte om de maximale productiecapaciteit van de pollen te kunnen bereiken. Deze behoefte wordt uitgedrukt in een koudesom. In hfst. 2.3-2.4 wordt vermeld hoe die som wordt bepaald (methode Loughton). In de literatuur waren die koudesommen uitgedrukt in F°-eenheden. In deze publikatie is overgegaan op C°-eenheden (CCDD) omdat die schaal in Nederland en vele andere landen wordt gebruikt.

Aan de koubehoefte van de pollen kan, al naar gelang de cultivar, in meer of mindere mate worden voldaan door toediening van gibberelline (GA₃) bij het begin van de trek. Voor Goliath is dit in enkele proeven onderzocht bij twee- tot vierjarige pollen, die verschillende hoeveelheden kou hebben gehad. De koudesommen zijn verkregen door natuurlijke kou-inwerking of door kunstmatige koeling bij 2-5° C. Er zijn verschillende hoeveelheden GA₃ toegediend, variërend van 5-50 mg per pol.

Om het effect van kou en GA₃ te onderzoeken bij vroeg forceren, zijn de pollen in de herfst op 3 tijdstippen ingezet in de microplot-forceerinstallatie van het PGV (hfst. 3.2). Vanaf 21 januari zijn pollen geforceerd, die volop natuurlijke kou (> 400 CCDD) of in het geheel geen kou hebben gehad. Bij tweejarige pollen van Holsteiner Bloed is daarbij tevens de invloed van suikertoeediening nagegaan op de opbrengst en de kwaliteit, in het bijzonder op de kleur van de stelen (hfst. 3.6).

Vanaf het inzetten is er geforceerd bij constant 17° C of is na het begin van de oogst de temperatuur verlaagd tot 14° C. Bij de proeven met laat forceren is bovendien een vergelijking gemaakt met constant 14° C. In alle proeven zijn de pollen vlak voor het inzetten van grond ontdaan met een krachtige waterstraal. Direct na het inzetten is met het forceren begonnen. Twee dagen daarna is het toegediend in 200 ml oplossing per pol, verdeeld over twee bespuitingen van elk 100 ml, met een tussentijd van enige uren.

Bij Goliath bestaat de autonome rust van de knoppen (physiodormancy) uit een absolute rust, gevolgd door een stadium van semi-rust. Tijdens de absolute rust lopen de pollen niet uit als ze worden geforceerd (hfst. 2.1 - 2.2.). De absolute rust werd door kou verbroken bij omstreeks 150 CCDD, wat ongeveer de helft is van de optimale koudesom voor deze cultivar. Dat deel van de rustperiode werd, ongeacht de grootte van de koudesom, verbroken door 10 mg GAs per pol (of mogelijk nog minder). De pollen kwamen echter pas tot hun maximale produktie-capaciteit als de absolute rust door kou was verbroken. Bij geringe koudesommen bleef met de onderzochte doseringen de hoogste opbrengst daar belangrijk beneden (hfst. 3.3.2).

Met weinig of geen kou was voor de hoogste opbrengst de hoogste concentratie nodig. Met toenemende koudesom werd de benodigde hoeveelheid GAs geringer, zowel vóór als na het verbreken van de absolute rust door kou (hfst. 3.5). Bij meer kou dan voor de optimale koudesom nodig is, kan de opbrengst gaan dalen (bij laat forceren). Het maximaal opbrengend vermogen kan dan praktisch worden hersteld door het toedienen van 5 - 10 mg GAs per pol. In de proeven werden daardoor opbrengstverschillen van rond 25 % gevonden (hfst. 3.4.2 en 3.7.1).

Het toedienen van suiker (saccharose) oplossingen tijdens de trek, om het verbleken van de stelen tegen te gaan, had enig effect. Het verschil is echter te gering om bij sterke verbleking de kleur op peil te houden.

5 summary

The effects of cold and gibberellic acid on the breaking of dormancy and on yield of forced rhubarb

In Holland the late variety Goliath is the only one commonly grown for forcing. The crowns of this variety require much cold before they can be forced successfully. Every variety has its own requirement for cold to break dormancy which must be satisfied before the full forcing potential of the roots can be achieved. This requirement is expressed in cold units. The method by which cold units are measured (Loughton's method) is given in chapter 2.3 - 2.4. The cold units described in most publications are based on the degree Fahrenheit but in this publication we have used a conversion to the degree centigrade (CCDD), because this scale is used in Holland and many other countries.

The use of gibberellic acid (GA_3) at the start of forcing will reduce the cold requirement to an extent which varies according to the variety.

In experiments, this has been investigated using 2 - 4 year old crowns of Goliath, which had received differing quantities of cold. This resulted either from exposure to naturally occurring cold conditions or from artificial cooling at 2° - 5° C. GA_3 was applied at rates varying from 5 to 50 mg per crown.

To investigate the effects of cold and GA_3 on early forcing, the crowns were housed in autumn at 3 dates in the microplot forcing unit at our Experimental Station (chapter 3.2).

From 21 January crowns which had received plenty of natural cold (> 400 CCDD) and others which had not received any were forced. Using 2 year old crowns of Holsteiner Bloed, the influence of sugar (sucrose) application on the yield and quality, especially the colour, of sticks was determined (chapter 3.6).

- 10 DICKSON, M. H. and H. TIESEN. Variability and potential in yields and color of forced rhubarb grown on organic soils. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 86 (1965) 547-551.
- 11 HEPLER, J. R. The effects of ether and various temperatures in forcing rhubarb. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 25 (1928) 65-70.
- 12 I.C.I. Toepassing van gibberellazuur GA₃ op rabarber; Nederland 1966. Rotterdam, (1967). 9 blz.
- 13 KARSTEN, J. E. Rabarber; vervroegd forceren met gibberelline. *Tuinderij* 9 (1969) 21: 1228-1229.
- 14 KARSTEN, J. E. Het forceren van rabarber. *Groenten en Fruit* 26 (1970) 14 : 633; 15 : 675; 16 : 731; 17 : 777.
- 15 KARSTEN, J. E. De teelt en het forceren van rabarber in het westelijk deel van Yorkshire (Engeland). Alkmaar, 1971. 16 blz. PGV-rapport, 47.
- 16 KARSTEN, J. E., en W. A. WIEBOSCH. Forceerproef rabarber met gibberellazuur (GA₃) 1969/1970 te Alkmaar. Alkmaar, 1970. 14 blz. Gestencild proefverslag van PGV-project 28-3-1.
- 17 KARSTEN, J. E., en W. A. WIEBOSCH. Forceren van rabarber met gibberellazuur en Ethrel bij twee forceertemperaturen; 1969/1970 te Alkmaar. Alkmaar, 1970. 12 blz. Gestencild proefverslag van PGV-project 28-3-1.
- 18 KERS Hzn, D. Het forceren van rabarber in warenhuizen. *Groenten en Fruit* 12 (1956) 23 : 604.
- 19 KIMURA, Y. Evidence of the natural occurrence of gibberellin A₁ in rhubarb seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 15 (1967) 4 : 736-740.
- 20 KIMURA, Y., and V. L. MILLER. Estimation of gibberellic acid residue in rhubarb. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 13 (1965) 260-261.

- 21 KRAUSE, W. Stockbridge House E.H.S. trials show value of gibberellic acid for forced rhubarb. *Grower* 67 (1967) 5:243.
- 22 LABAN, M. C. Proef met gibberellazuur GA₃ op rabarber 1967/68. *Z.pl.*, (1968). 5 blz., bijlgn.
- 23 LABAN, M. C., en J. C. VAN DER VEN. Vervroegd forceren van rabarber mogelijk met „gibberellazuur” (GA₃). *Groenten en Fruit* 24 (1968) 20:847.
- 24 LOUGHTON, A. Effects of temperature on behaviour of rhubarb roots. In: Hudson, J. P. (ed.) *Control of the plant environment*. London, 1957. blz. 215-216.
- 25 LOUGHTON, A. The influence of the level of nitrogen nutrition on the low temperature requirements of rhubarb roots before forcing. Report 1960 Stockbridge House Experimental Horticulture Station. Cawood, 1961. blz. 44-45; Report 1961. Cawood, 1962. blz. 64-66; Report 1962. Cawood, 1963. blz. 45-47.
- 26 LOUGHTON, A. The effect of low temperature before forcing on the behaviour of rhubarb. *Experimental Horticulture* 4 (1961) 13-19.
- 27 LOUGHTON, A. Effects of environment on bud growth of rhubarb with particular reference to low temperature before forcing. *Journal of Horticultural Science* 40 (1965) 325-339.
- 28 LOUGHTON, A., and J. WIEBE. Gibberellic acid in rhubarb forcing. Ontario, 1969. 2 blz. Gestencil advies van: Horticultural Research Institute of Ontario; Vineland Station.
- 29 NAYLOR, J. M., and G. M. SIMPSON. Dormancy studies in seed of *Avena fatua*. 2. A gibberellin sensitive inhibitory mechanism in the embryo. *Canadian Journal of Botany* 39 (1961) 281-295.
- 30 SIMPSON, G. M., and J. M. NAYLOR. Dormancy studies in seed of *Avena fatua*. 3. A relationship between maltase, amylases and gibberellins. *Canadian Journal of Botany* 40 (1962) 1659-1673.

53

· f 2.— nov. 1969

57

3.4.2	Invloed van kou en GAs op de opbrengst	34
3.4.3	Kwaliteit van het produkt	36
3.5	Praktische conclusies	38
3.6	Gibberelline- en suikertoediening bij laat forceren van cv. Holsteiner Bloed	41
3.6.1	Opbrengsten	42
3.6.2	Kwaliteit van de stelen	44
3.6.3	Kleur van de stelen	45
4	SAMENVATTING	47
5	SUMMARY	49
6	GERAADPLEEGDE LITERATUUR	51
	PUBLIKATIES VAN HET PROEFSTATION	55